

**Verfahren zur Verbesserung einer Folge- und
Abstandsregelung**

Die Erfindung betrifft Verfahren zur Verbesserung einer Folge- und Abstandsregelung.

Im Zuge immer öfter eingesetzter Assistenzsysteme in Fahrzeugen werden sich aktive Geschwindigkeitsregelsysteme, dass bedeutet Folge- und Abstandsregelungen, auch als ACC, AICC oder ICC bekannt, im Markt zunehmend durchsetzen. Denn diese können den Fahrer beim Führen des Fahrzeugs stark entlasten. Aufgrund der Entlastung des Fahrers können sie entscheidend zum Fahrkomfort beitragen. Daraus ergibt sich aber, dass die Anforderungen an den Regelkomfort dieser Systeme besonders hoch sind.

Bisherige Bremsen-Regelfunktionen, wie Antiblockiersystem (ABS), Fahrdynamikregelung (ESP) oder Antriebsschlupfregelung (ASR) etc., stellen besonders hohe Anforderungen an die Reaktionsgeschwindigkeit von Hydraulik und Elektronik, da die Regelgüte dieser Systeme davon abhängig ist.

Daher weisen heutige Bremssystem, die in der Regel mit einem elektronischen Brems-Regelungssystem mit ABS, ASR oder ESP ausgerüstet sind, eine "schnelle" Systemreaktion auf eine Bremsdruckanforderung auf. Das bedeutet, nach einer bestimmten Bremsdruckanforderung reagieren die hydraulischen und elektronischen Komponenten des Bremssystems in kurzer Zeit auf diese Anforderung, um den gewünschten Bremsdruck möglichst rasch einzustellen.

Aufgabe der Erfindung ist es, den Komfort und die Sicherheit einer Folge- und Abstandsregelung zu erhöhen.

Die Aufgabe wird durch die unabhängigen Patentansprüche gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Hier und im folgenden werden sämtliche bekannten Folge- und Abstandsregelungen oder Geschwindigkeitsregelungen mit Folge- und/oder Abstandsregelfunktionen "Folge- und Abstandsregelungen" oder kurz „ACC“ genannt. Darunter sind im Sinne der Erfindung somit alle denkbaren Folge- und Abstandsregelungen, wie ACC, AICC oder ICC, aber auch alle untergeordneten Geschwindigkeitsregelanlagen, wie Tempomat, mit umfasst.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass eine Systemreaktion eines elektronischen Brems-Regelungssystems des Fahrzeugs auf eine Bremsdruckanforderung der Folge- und Abstandsregelung relativ langsam erfolgt.

Mit anderen Worten wird vorgesehen, dass bei aktivem ACC-System das Bremssystem nicht mit maximaler oder sehr hoher Reaktionsgeschwindigkeit reagieren soll. Denn es hat sich gezeigt, dass normalerweise eine relativ frühzeitige Objekterfassung des ACC-Systems möglich ist und dann die Regelvorgänge entsprechend „langsam“ erfolgen können.

Durch Verbesserungen der Radarsystem bzw. Infrarotsensorik der ACC-Systeme werden die Reichweiten zudem immer weiter vergrößert und die Reaktionszeiten damit verlängert. Damit kann der Komfort der Regelung weiter erhöht werden.

Nach der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Systemreaktion langsamer erfolgt als bei einer Bremsdruckanforderung durch das elektronische Brems-Regelungssystem.

Nach der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Systemreaktion auf eine Bremsdruckanforderung der Folge- und Abstandsregelung so langsam erfolgt, dass eine resultierende maximale Druckaufbau- oder Druckabbaurate nicht überschritten wird.

Nach der Erfindung ist es vorgesehen, dass die resultierende maximale Druckaufbau- oder Druckabbaurate in einem Bereich von 5 bar/s bis 20 bar/s liegt.

Die Aufgabe wird auch dadurch gelöst, dass auf eine Bremsdruckanforderung der Folge- und Abstandsregelung eine Planung der Bremsenregelung im voraus für eine längere Frist, vorzugsweise für den Zeitraum eines gesamten Bremsvorgangs, erfolgt.

Nach der Erfindung ist es vorgesehen, dass bei der Planung der Bremsenregelung im voraus nicht bei jedem Programmdurchlauf eines Programms des elektronischen Brems-Regelungssystems ein daraus resultierender Bremsdruck eingestellt wird.

Bei den heutigen elektronischen Brems-Regelungssystemen haben sich Zeiten eines Programmdurchlaufs (Loopzeiten) von ca. 10 ms als notwendig erwiesen. Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass bei Bremsdruckanforderungen des ACC-Systems eine resultierender Bremsdruck in einem Überwachungszeitraum von 10 bis 10000, vorzugsweise in

einem Überwachungszeitraum von 100 bis 1000, Programmdurchläufen eingestellt wird.

Nach der Erfindung ist es vorgesehen, dass bei der Planung der Bremsenregelung ein durchschnittlicher Bremsdruck (Bremsdruck-Integral) ermittelt wird und dass ein resultierender Bremsdruck nach Maßgabe des Bremsdruck-Integrals eingestellt wird.

Demnach werden Systemreaktionen eines elektronischen Brems-Regelsystems des Fahrzeugs auf eine Bremsdruck-, Bremsmomenten- oder Verzögerungsanforderung der Folge-, Abstands- oder Geschwindigkeitsregelung, insbesondere ACC-System, nicht "in Time", d. h. sofort regiert, sondern die Anforderung wird auf situationsabhängige, vorgegebene Zeitintervalle in Form eines Bremsdruckintegrals "verteilt".

Nach der Erfindung ist es vorgesehen, dass der durchschnittliche Bremsdruck für einen Zeitraum von 1 sec bis 5 sec ermittelt wird.

Nach der Erfindung ist es vorgesehen, dass der Zeitraum nach Maßgabe einer Höhe bzw. einem Anstiegsgradienten der Bremsdruckanforderung der Folge- und Abstandsregelung variabel eingestellt wird.

Die Aufgabe wird auch durch ein Verfahren zur Verbesserung einer Folge- und Abstandsregelung gelöst, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass von einem Funktionsmodul der Folge- und Abstandsregelung eine Verzögerungs- und/oder Momentenanforderung errechnet wird, die von einem Druckregler der elektronischen Bremsenregelung umgesetzt wird, dass dann, wenn von der Folge- und Abstandsregelung

ein Objekt erfasst wird, welches eine Geschwindigkeitsanpassung erfordert, eine entsprechende Verzögerung bzw. ein Verzögerungsmoment berechnet wird, die/das zur Einstellung eines Mindest-Abstandes erforderlich ist, und dass die entsprechende Verzögerung bzw. das Verzögerungsmoment nach Maßgabe einer komfortablen Regelung eingestellt wird.

Die Erfindung wird nun anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Ein Fahrzeug weist ein ACC-System und eine elektronische Bremsenregelung (EBS-Einheit) auf.

Von einem ACC-Funktionsmodul des ACC-Systems wird eine Verzögerungs- und /oder Momentenanforderung errechnet, die von dem entsprechenden Druckregler der EBS-Einheit umgesetzt wird. Wird ein Objekt durch das ACC-System erfasst, welches eine Geschwindigkeitsanpassung erfordert, wird eine entsprechende Verzögerung (Moment) berechnet, die zur Einstellung des Abstandes erforderlich ist. Diese Verzögerung (Moment) wird nicht so schnell wie möglich eingestellt, sondern auf eine möglichst komfortable Weise.

Zur Einstellung der gewünschten Fahrzeugverzögerung wird zuerst das Motormoment des Antriebsmotors des Fahrzeugs reduziert. Wird durch die Reduzierung des Motormoments nicht die entsprechende Verzögerung (Moment) erzielt, ist zusätzlich ein aktiver Bremsdruckaufbau erforderlich.

Zur Ermittlung eines geeigneten Bremsdrucks wird ein Sollwert/Istwert-Vergleich durchgeführt. Dabei wird für den angeforderten Bremsdruck und den gemessenen oder durch ein Modell nachgebildeten Bremsdruck bzw. Radbremsdruck in

jedem Loop (Programmdurchlauf des EBS-Programms), d.h. in einer bestimmten Zeit, eine Regelabweichung berechnet. Diese Abweichung wird als Maßgabe für die Ansteuerung der Aktuatorik zum Aufbau eines Drucks in den Radbremsen herangezogen.

Die Sollwerte des Bremsdruckes werden vorzugsweise aus gefilterten Verzögerungsvorgaben (Momenten) des ACC-Funktionsmoduls ermittelt. Die Vorgaben ändern sich langsam und verändern ebenfalls die Druckanforderungen.

Das erfindungsgemäße Verfahren verändert die Anforderungen nicht in relativ kurzen Zeitintervallen, sondern plant die Bremsdruckeinstellung für einen längeren Zeitraum, bevorzugt für einen gesamten Bremsvorgang. Dabei wird davon ausgegangen, dass die ACC-Vorgaben sich nur langsam ändern.

Ist es erforderlich, über die Motormomentenregelung hinaus eine Bremsdruck-Einstellung vorzunehmen, wird auf Basis von vorzugsweise 1 bis 5 Sekunden (sec) ein Bremsdruck-Integral errechnet, das erforderlich ist, um die gewünschte Verzögerung (Moment) einzustellen.

Erfindungsgemäß wird so jede Änderung der ACC-Vorgabe nicht auf eine momentane Änderung der Bremsdruckanforderung umgerechnet, sondern es wird für einen längeren Zeitraum eine Bremsdruckanforderung vorbestimmt.

Mit anderen Worten: Die Bremsung wird geplant.

Das erfindungsgemäße Verfahren harmonisiert die Bremsdruckanforderung und steigert somit auch den Komfort der Bremsenregelung.

Die Zeitbasis des Bremsintegrals wird vorzugsweise in Abhängigkeit von der Höhe bzw. dem Anstiegsgradienten der ACC Vorgabe verändert. Sehr hohe Vorgaben und/oder hohe Anstiegsgradienten reduzieren die Zeitbasis, um eine hinreichend schnelle Systemreaktion dann zu ermöglichen, wenn beispielsweise eine erkannte Fahrsituation zu vermeiden ist. Damit wird der Komfort des Systems erhöht.

Die Erfindung wird unter Bezugnahme auf drei Abbildungen (Fig. 1 bis Fig. 3) beispielhaft näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine Auftragung von Fahrzeugbeschleunigungen a gegen die Zeit t .

Fig. 2 zeigt eine Auftragung von Drücken P_{alt} im Bremssystem ohne die erfindungsgemäße Planung der Bremsenregelung im voraus gegen die Zeit t .

Fig. 3 zeigt eine Auftragung von Drücken P_{neu} im Bremssystem mit einer erfindungsgemäßen Planung der Bremsenregelung im voraus gegen die Zeit t .

In der Fig. 1 ist eine Sollbeschleunigung a_{soll} , die sich zum Beispiel aus der Anforderung eines ACC ergibt, dargestellt. Daraus ergibt sich bei einer Bremsenregelung auf diese Anforderung ohne eine Planung eine Fahrzeugbeschleunigung mit mehreren "Überschwingern" I, II, III entsprechend der Kurve $a_{ist,alt}$. Die Regelung nach der Erfindung resultiert in einer Fahrzeugbeschleunigung entsprechend der Kurve $a_{ist,neu}$ mit nur einem "Überschwinger" IV, danach nähert sich die Ist-Beschleunigung $a_{ist,neu}$ langsam der gewollten Soll-Beschleunigung an. So wird der Regelkomfort des Systems verbessert.

Fig. 2 zeigt eine Auftragung von Drücken P_{alt} im Bremssystem ohne die erfindungsgemäße Planung der Bremsenregelung im voraus. Aus der Vorgabe der Soll-Beschleunigung a_{soll} wird ein Soll-Druck $P_{soll,alt}$ im Bremssystem erzeugt, der die "Überschwinger" entsprechend zu der Fahrzeugbeschleunigung $a_{ist,alt}$ zeigt.

Die Einstellung des Soll-Drucks P_{soll} kann darüber hinaus zu einem resultierenden Ist-Druck $P_{ist,alt,regel}$ führen, der durch die Druckregelung der Fahrzeugbremsen bedingte, zusätzliche Schwingungen zeigt. Durch diese Druckschankungen wird die Fahrzeugbeschleunigung a noch schlechter einregelbar. Der Fahrkomfort wird weiter verschlechtert.

Bei der Auftragung von Drücken P_{neu} im Bremssystem mit einer erfindungsgemäßen Planung der Bremsenregelung im voraus nach Fig. 3, resultiert nach Maßgabe des Soll-Drucks $P_{soll,neu}$ ein Ist-Druck $P_{ist,neu}$, der im wesentlichen keine Überschwinger zeigt, aber eine gute Angleichung des alten Druckniveaus P_1 an das neue Druckniveau P_2 ermöglicht. Daraus ergibt sich die in Fig. 1 gezeigte Einstellung der Fahrzeugbeschleunigung, d. h. genauer einer relativ gleichmäßigen Fahrzeugverzögerung ohne größere Sprünge.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verbesserung einer Folge- und Abstandsregelung eines Fahrzeugs, dadurch gekennzeichnet, dass eine Systemreaktion eines elektronischen Brems-Regelungssystems des Fahrzeugs auf eine Bremsdruckanforderung der Folge- und Abstandsregelung relativ langsam erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Systemreaktion langsamer erfolgt als bei einer Bremsdruckanforderung durch das elektronische Brems-Regelungssystem.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Systemreaktion auf eine Bremsdruckanforderung der Folge- und Abstandsregelung so langsam erfolgt, dass eine resultierende maximale Druckaufbau- oder Druckabbaurate nicht überschritten wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die resultierende maximale Druckaufbau- oder Druckabbaurate in einem Bereich von 5 bar/s bis 20 bar/s liegt.
5. Verfahren zur Verbesserung einer Folge- und Abstandsregelung eines Fahrzeugs, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass auf eine Bremsdruckanforderung der Folge- und Abstandsregelung eine Planung der Bremsenregelung im voraus für eine

längere Frist, vorzugsweise für den Zeitraum eines gesamten Bremsvorgangs, erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Planung der Bremsenregelung im voraus nicht bei jedem Programmdurchlauf eines Programms des elektronischen Brems-Regelungssystems ein daraus resultierender Bremsdruck eingestellt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Planung der Bremsenregelung ein durchschnittlicher Bremsdruck (Bremsdruck-Integral) ermittelt wird und dass ein resultierender Bremsdruck nach Maßgabe des Bremsdruck-Integrals eingestellt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der durchschnittliche Bremsdruck für einen Zeitraum in einem Bereich von 1 sec bis 5 sec ermittelt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitraum nach Maßgabe einer Höhe bzw. einem Anstiegsgradienten der Bremsdruckanforderung der Folge- und Abstandsregelung variabel eingestellt wird.
10. Verfahren zur Verbesserung einer Folge- und Abstandsregelung, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass von einem Funktionsmodul der Folge- und Abstandsregelung eine Verzögerungs- und/oder Momentenanforderung errechnet wird, die von

einem Druckregler der elektronischen Bremsenregelung umgesetzt wird,
dass dann, wenn von der Folge- und Abstandsregelung ein Objekt erfasst wird, welches eine Geschwindigkeitsanpassung erfordert, eine entsprechende Verzögerung bzw. ein Verzögerungsmoment berechnet wird, die/das zur Einstellung eines Mindest-Abstandes erforderlich ist,
und dass die entsprechende Verzögerung bzw. das Verzögerungsmoment nach Maßgabe einer komfortablen Regelung eingestellt wird.

Zusammenfassung

**Verfahren zur Verbesserung einer Folge- und
Abstandsregelung**

Bei einem Verfahren zur Verbesserung einer Folge- und Abstandsregelung eines Fahrzeugs erfolgt eine Systemreaktion eines elektronischen Brems-Regelungssystems des Fahrzeugs auf eine Bremsdruckanforderung der Folge- und Abstandsregelung relativ langsam.